

Effects of transglottal pressure on
fundamental frequency of phonation : study
with a rubber model

著者	片岡 英幸
発行年	2000-12-06
その他の言語のタイトル	音声基本周波数における声門上下圧差の影響 : ゴム膜モデルによる実験 オンセイ キホン シュウハスウ ニ オケル セイモン ジョウゲアツサ ノ エイキョウ : ゴムマク モデル ニ ヨル ジッケン
URL	http://hdl.handle.net/10422/2699

氏名・(本籍)	片岡英幸(滋賀県)
学位の種類	博士(医学)
学位記番号	博士(論)第274号
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位授与年月日	平成12年12月6日
学位論文題目	Effects of transglottal pressure on fundamental frequency of phonation : Study with a rubber model (音声基本周波数における声門上下圧差の影響—ゴム膜モデルによる実験—)
審査委員	主査 教授 吉田 不空雄 副査 教授 陣内 皓之祐 副査 教授 北嶋 和智

論文内容の要旨

【目的】

音声の基本周波数(F_0)は、声帯ヒダの振動数で決定される。そして、この振動数を調節する主役が、声帯ヒダの長さや厚さ、硬さなどを制御する内喉頭筋、特に輪状甲状筋と甲状披裂筋声帯部(声帯筋)である。従として、呼気によりもたらされる声門上下の空気圧差(P_t)がある。前者2筋の活動と F_0 の関連は、地声の範囲においては、直線的であるのに対し、単位 P_t あたりの F_0 変動の大きさ(dF/dP)と F_0 の関連は直線的ではない。 F_0 をX軸に、 dF/dP をY軸に取った座標軸では、V字型を呈する。すなわち、特定の周波数(200Hzから250Hz)までは、 dF/dP と F_0 は逆相関し、その周波数を越えると順相関を示す。犬実験や弦モデルで、逆相関の部分については解明されているが、順相関の部分についてのメカニズムは不明である。

本研究では、声帯の振動部の質量変化が順相関のメカニズムではないかとの仮説をたて、これをゴム膜振動モデルで検討した。

【方法】

振動部の伸張と質量の変化を独立して制御できるゴム膜モデルを新たに考案し、 dF/dP と F_0 の関係を観察した。このモデルは送気により振動する。振動波形、送気パイプ内の送気内圧、流量はデータレコーダーに記録される。同時に振動形態をストロボ光下にモニターで観察しビデオ記録した。

1) 振動部の質量の増加

ゴム膜の両側の折り返しポケットにペーストを注入する事によって、振動部の質量を変化させる。ペーストの量は0.1ml(0.12g)ずつ段階的に増加させた。

2) 振動部の伸張

質量増加の各々の段階ごとに、振動部の伸張を図った。振動が開始した伸張の長さから始めて0.5mmごとに増加させ、再び振動が停止するまで伸張させた。

3) dF/dP の計算

質量増加と伸張のそれぞれの条件下でゴム膜モデルを振動させる。振動途中で、送気パイプの側壁に作成してある径5mmの孔を開放して送気内圧を急激に減少させ、以下の計算を行った。

$$dF/dP = \Delta F_0 / \Delta P_t$$

$$\Delta F_0 = (\text{送気内圧減少前の } F_0 \text{ から送気内圧減少後の } F_0 \text{ を減じたもの})$$

$$\Delta P_t = (\text{送気内圧減少前の } P_t \text{ から送気内圧減少後の } P_t \text{ を減じたもの})$$

【結果】

振動部の質量が増えるに従って、 F_0 は減少した。

振動部の伸展が増加するに従って、 F_0 は上昇した。

振動部の伸展長を一定にして、質量を変化させると、 dF/dP と F_0 の間には順相関があった。

振動部の質量を一定にして、伸展度を変化させると、 dF/dP と F_0 の間には逆相関があった。 dF/dP (Y 軸) と F_0 (X 軸) の座標図上で、人で観察された様な V 字型を再現することができた。すなわち、特定の質量を保ちつつゴム膜を伸展させ、ある伸展の大きさに達すれば、その伸展度を保ちつつ質量を減少させると V 字型を再現することができた。

振動形態については、振動部の質量が同じで振動部の伸展長を増加すると振幅は減少した。振動部の伸展長が同じで振動部の質量を増加させると振幅は増加した。ゴム膜の振動はゴム膜の上端から下端まで観察され、下端が外方に開大していくと上端では内方に引き寄せられる振動を繰り返しており、人の声帯ヒダと同様の振動形態であった。

【考 察】

基本周波数を上昇させて行くとき、人では声帯の振動部長と質量が同時に変化する。すなわち、声帯の伸展に伴い振動部の質量が減少してゆくことは良く知られた事実である。

我々は、新たに考案したゴム膜振動モデルで、 dF/dP (Y 軸) と F_0 (X 軸) の座標図で V 字型を描くことができた。このモデルの結果を人に当てはめると、 F_0 を上昇させてゆく際に、 dF/dP が減少する領域では振動部位の伸張が F_0 値の決定に優位で、 dF/dP が増加する領域では振動部位の質量の減少が F_0 値の決定に優位であると言える。その境界が人では 200~250Hz 付近にあるものと考えられる。地声と裏声の間には、 F_0 上昇の方法に違いがあることは周知の事実であるが、本実験は地声の範囲内でもまた、違いがあることを示したものである。

【結 論】

新たに考案したゴム膜振動モデルで、 dF/dP (Y 軸) と F_0 (X 軸) の座標図で V 字型を描くことができた。このモデルの結果を人に当てはめると、 F_0 を上昇させてゆく際に、 dF/dP が減少する領域では振動部位の伸張が F_0 の決定に重要で、 dF/dP が増加する領域では振動部位の質量の減少が F_0 の決定に重要であると考えられる。 F_0 上昇の方法が、地声の範囲内でも特定の周波数領域で変化することを示す。

論文審査の結果の要旨

音声基本周波数 (F_0) と単位声門上下圧差あたりの F_0 変動幅 (dF/dP) の関係は、特定の周波数までは、 dF/dP と F_0 は逆相関し、その周波数を越えると順相関を示す。逆相関のメカニズムについては解明されているが、順相関の部分については不明である。

本研究は、声帯の振動部の質量変化が順相関のメカニズムではないかとの仮説をたて、これをゴム膜振動モデルで検討した。

振動部の長さや質量を独立して段階的に変化させることのできるゴム膜モデルを新たに考案し、 F_0 と dF/dP の関係について検討した。その結果、 F_0 を上昇させてゆく際に、 dF/dP が減少する領域では振動部位の伸張が F_0 の決定に重要で、 dF/dP が増加する領域では振動部位の質量の減少が F_0 の決定に重要であることを初めて証明した。

本研究は、声帯における音声基本周波数の調節機構の解明に貢献するものであり、声帯ポリープ・声帯結節などの音声機能検査への応用が期待される。よって博士 (医学) の学位に値するものと認める。

なお、本学位授与申請者は、平成12年11月29日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。